

ENCAPSULAÇÃO DE EXTRATO DE COUVE-FLOR ATRAVÉS DE FIBRAS ULTRAFINAS PRODUZIDAS PELA TÉCNICA DE *ELECTROSPINNING*

ALANA COUTO PEREIRA¹; MARJANA RADÜNZ²; HELEN CRISTINA DOS SANTOS HACKBART²; ANNA LAURA BARBOSA LYKAWKA²; ELESSANDRA DA ROSA ZAVAREZE³

¹Universidade Federal de Pelotas – alanacoutop@outlook.com

²Universidade Federal de Pelotas – marjanaradunz@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – helenhackbart@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – annalykawka@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – elessandrad@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A couve-flor é uma inflorescência pertencente ao gênero das Brassicas que pode ser produzida durante o ano inteiro em praticamente todo o Brasil. Em sua composição apresenta minerais, fibras, compostos fenólicos e glicosinolatos que possuem diversos benefícios para a saúde. Os glicosinolatos são compostos do metabolismo especializado das plantas que em situações estressoras sofrem uma hidrólise por ação das enzimas mirosinases, produzindo substâncias biologicamente ativas, como isotiocianatos que possuem efeito quimiopreventivo, antidiabetogênico e neuroprotetor. Entretanto, apesar destes benefícios, estes compostos possuem baixa estabilidade frente a temperaturas elevadas como o processo de cocção (THOMAS et al., 2018; VILLARREAL-GARCÍA & JACOBO-VELÁZQUEZ, 2016; REIS et al., 2015; WU et al., 2014).

A encapsulação consiste no aprisionamento de um composto com o objetivo de proteção. Dentre os métodos de encapsulação, a técnica de *electrospinning* vem sendo amplamente utilizada pela indústria farmacêutica, pois não utiliza temperaturas altas durante o processo, diferentemente de outros métodos como coacervação simples ou complexa e *spray drying*. Esta técnica consiste na encapsulação de um composto por meio de diferenças eletrostáticas, formando cápsulas ou fibras. Para isto, uma seringa com a solução polimérica contendo o composto a ser encapsulado e o material de parede é adicionada a um injetor com fluxo controlado ligado a um polo positivo de energia, enquanto um coletor conectado a um polo negativo é adicionado a uma distância pré-determinada (BHUSHANI & ANANDHARAMAKRISHNAN, 2014).

Em razão dos benefícios dos compostos presentes na couve-flor e sua baixa estabilidade térmica, o objetivo deste trabalho é caracterizar amostras de couve-flor e produzir fibras incorporadas com seu extrato pela técnica de *electrospinning*.

2. METODOLOGIA

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL PROXIMAL

As amostras de couve-flor foram avaliadas quanto à composição centesimal proximal (umidade, cinzas, fibra bruta, proteína, lipídeos e carboidratos), segundo as normas propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O valor energético total (VET em kcal/100 g) foi calculado através da equação $VET = (C \times 4) + (A \times 4) + (B \times 9)$, sendo C: carboidratos, A: proteína total e B: lipídios (USDA, 1963).

PREPARO DO EXTRATO

As amostras de couve-flor foram liofilizadas e moídas em moinho de bolas, em seguida 5 g de couve-flor foram homogeneizados com 15 mL do solvente (etanol:água 70:30), após as amostras foram submetidas a um aquecimento a 75°C por 5 minutos e em seguida sonicados em ultrassom por 15 min. Posteriormente, foram centrifugadas a 8232 x g por 10 minutos a 4°C. O sobrenadante foi retirado e armazenado em tubos de centrifuga de 15 mL enquanto o pellet foi ressuscitado em 10 mL de solvente, homogeneizado manualmente e submetido a centrifugação. Os sobrenadantes foram homogeneizados e armazenados em tubos de centrífuga em ultra-freezer até a utilização.

ENCAPSULAÇÃO

A encapsulação ocorreu por meio da técnica de *electrospinning* onde as condições da fonte foram de + 19 KV e – 3 KV de voltagem. Para esta etapa, primeiramente foi preparada uma solução de zeína na concentração de 30% dissolvida em etanol: água (70:30 v:v) com auxílio de um agitador magnético. Após o extrato de couve-flor foi homogeneizado com a solução de zeína em tubo de centrifuga de 2 mL na proporção 30:70 (extrato de couve-flor/zeína v:v). As soluções extrato de couve-flor/zeína foram transferidas para seringas de 1 mL e acopladas em injetor com fluxo de 1,2 mL/h e distância de 25 cm.

EFICIÊNCIA DE ENCAPSULAÇÃO

A eficiência de encapsulação (EE%) foi determinada pelo conteúdo de compostos fenólicos. Uma amostra de 1 mg de fibras de extrato de couve-flor/zeína foi lavada com 200 µL de água ultra pura e centrifugadas a 8232 x g, a 4 °C por 5 min. O pellet foi então ressuscitado em 200 µL de etanol:água (70:30) e novamente centrifugado nas mesmas condições. Após esse período, o sobrenadante foi retirado para as análises. A eficiência de encapsulação foi realizada com auxílio de um leitor de microplacas e baseou-se em função dos compostos fenólicos presentes nas fibras segundo uma adaptação do método de Folin-Ciocalteu (SWAIN & HILLS, 1959), onde uma microplaca contendo 15 µL das fibras, 200 µL de água ultrapura, 15 µL do reagente Folin e 30 µL do reagente carbonato de sódio foi incubada por 2 horas ao abrigo da luz e após lidas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 625 nm. A EE foi calculada conforme Equação 1.

$$\text{Eq. (1) EE (\%)} = \frac{\text{Compostos fenólicos da couve-flor} - \text{Compostos fenólicos da cápsula}}{\text{Compostos fenólicos da couve-flor}} \times 100$$

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A avaliação da morfologia superficial das fibras foi realizada no Centro de Microscopia Eletrônica da Zona Sul (CEME-SUL) da Universidade Federal de Rio Grande. A análise ocorreu com auxílio de um microscópio eletrônico de varredura JSM6610LV (Jeol) (MEV). As amostras foram metalizadas com ouro utilizando uma corrente de 20 mA, por 120 s, a voltagem de aceleração utilizada foi de 10 keV e faixa de magnificação variou de 30 a 300.000 vezes, as imagens obtidas foram de 13000 vezes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição proximal das amostras de couve-flor encontra-se disposta na Tabela 1. Pode-se observar que as amostras de couve-flor apresentaram conteúdos de proteínas, lipídios e minerais (cinzas) superiores aos valores relatados na literatura (proteína entre 21 e 22%, lipídios entre 1,8 a 2,4% e cinzas entre 6 a 10%), carboidratos e valor calórico total similares e o conteúdo de fibra foi inferior aos relatados na literatura (TORRES et al., 2017; REIS et al., 2015; BALOCH et al., 2015).

Tabela 1 - Composição centesimal proximal da couve-flor

Composição	Quantidade (% \pm desvio padrão)*
Cinzas	12,1 \pm 2,1
Lipídios	2,7 \pm 0,0
Proteínas	26,5 \pm 0,1
Fibras	10,6 \pm 0,7
Carboidratos	48,2 \pm 0,0
VCT (Kcal/100g)**	32,6 \pm 0,0

*Resultados expressos em base seca (%), umidade da amostra: 89,9%, VCT (Valor Calórico Total) expresso em base úmida.

A eficiência de encapsulação é um parâmetro importante para avaliar um método de encapsulação, e esta é influenciada pelo material de parede e pelas condições ambientais, como a umidade. As fibras de zeína incorporadas com extrato de couve-flor apresentaram superfície lisa, espessura ultrafina (média de 0,17 μ m) (Figura 1) e eficiência de encapsulação de 86,3%, este resultado é superior a faixa de 5,3 a 79,2% relatada em estudos que visaram encapsular sulforafano (isotiocianato) pelas técnicas de coacervação complexa e *spray drying* utilizando diferentes materiais de parede. A maior eficiência encontrada nas fibras ocorre em razão do benefício de não utilizar de temperaturas elevadas no *electrospinning* (GARCIA-SALDANA et al., 2015; TIAN et al., 2015; WU et al., 2014; LUO et al., 2013).

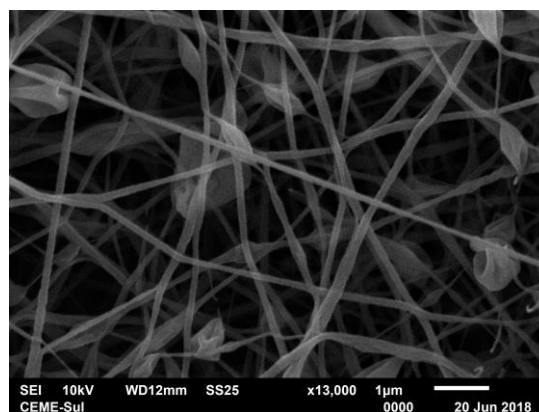


Figura 1. Microscopia eletrônica de varredura da fibra de zeína incorporada com extrato de couve-flor ampliada 13000 vezes

4. CONCLUSÕES

As amostras de couve-flor apresentaram considerável conteúdo proteico, enquanto a técnica de *electrospinning* promoveu uma eficiente encapsulação do extrato de couve-flor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALOCH, A.B.; XIA, X.; SHEIKH, S.A. Proximate and Mineral Compositions of Dried Cauliflower (*Brassica Oleracea* L.) Grown In Sindh, Pakistan. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 3, n. 3, p. 213-219, 2015.

BHUSHANI, J.A.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Electrospinning and electrospraying techniques: Potential food based applications. **Food Science & Technology**, v. 38, n.1, p. 1-13, 2014.

GARCÍA-SALDAÑA, J.S., CAMPAS-BAYPOLI, O.N., LÓPEZ-CERVANTES, J., SÁNCHEZ-MACHADO, D.I., CANTÚ-SOTO, E.U., RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, R. Microencapsulation of sulforaphane from broccoli seed extracts by gelatin/gum arabic and gelatin/pectin complexes. **Food Chemistry**, v. 201, p. 94-100, 2016.

LUO, Y.; WANG, T.T.Y.; TENG, Z.; CHEN, P.; SUN, J.; WANG, Q. Encapsulation of indole-3-carbinol and 3,3'-diindolylmethane in zein/carboxymethyl chitosan nanoparticles with controlled release property and improved stability. **Food Chemistry**, v. 139, n. 1-4, p. 224-230, 2013.

REIS, L.C.R.; OLIVEIRA, V.R.; HAGEN, M.E.K.; JABLONSKI, A.; FLORES, S.H.; RIOS, A.O. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). **LWT – Food Science and Technology**, p. 1-7, 2015.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.- The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, p. 63-68, 1959.

THOMAS, M.; BADR, A.; DESJARDINS, Y.; GOSSELIN, A.; ANGERS, P. Characterization of industrial broccoli discards (*Brassica oleracea* var. italica) for their glucosinolate, polyphenol and flavonoid contents using UPLC MS/ MS and spectrophotometric methods. **Food Chemistry**, v. 245, p. 1204-1211, 2018.

TIAN, G.; LI, Y.; YUAN, Q.; CHENG, L.; KUANG, P.; TANG, P. The stability and degradation kinetics of Sulforaphane in microcapsules based on several biopolymers via spray drying. **Carbohydrate Polymers**, v. 122, p. 5-10, 2015.

TORRES, J.L.R.; CIABOTTI, E.D.; GOMES, F.R.C.; LEAL JUNIOR, A.L.B.; VIEIRA, D.M.S.; COSTA, L.L. Physico-chemical attributes of no-till Brassica crops cultivated after various cover crops. **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 252-257, 2017.

VILLARREAL-GARCÍA, D.; JACOBO-VELÁZQUEZ, D.A. Glucosinolates from broccoli: Nutraceutical properties and their purification. **Current Trends Nutraceuticals**, v. 1, p. 1-5, 2016.

WU, Y.; ZOU, L.; MAO, J.; HUANG, J.; LIU, S. Stability and encapsulation efficiency of sulforaphane microencapsulated by spray drying. **Carbohydrate Polymers**, v. 102, p. 497-503, 2014.